

BAB II

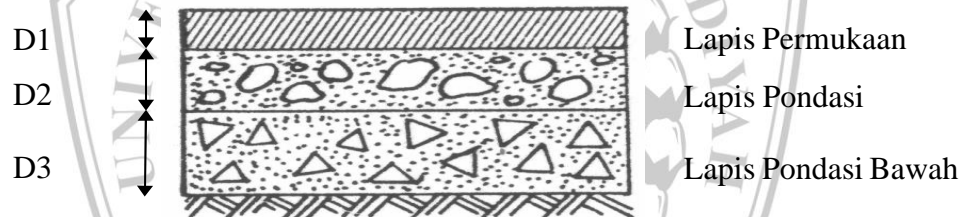
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Perkerasan

Pengertian Perkerasan Jalan merupakan salah satu elemen sengan berpengaruh dalam fasilitas kelancaran pergerakan lalu lintas, yang dimana berfungsi dalam kenyamanan berkendara.

2.2 Konstruksi Perkerasan Jalan Lentur (*Flexible Pavement*)

Konstruksi Perkerasan Jalan Lentur (*Flexible Pavement*) adalah sebuah perencanaan yang sifatnya memakai komposisi berjenis aspal dengan lapisan permukaan atas dan memiliki bahan agregat sebagai lapisan aspal menurut Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Susunan Lapis Perkerasan Jalan Lentur

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

2.1.1 Lapis Permukaan

Fungsi lapisan permukaan antara lain :

- a. Permukaan perkerasan yang merupakan sebagai penompang atau penahan beban yang melintas.
- b. Lapisan atas yang memiliki agregat kerapatan untuk mengatasi masuknya air dalam melindungi keawetan perkerasan.
- c. Sebagai lapisan aus yang merupakan lapisan atas permukaan yang pada hakikatnya sama dengan komposisi untuk lapisan bawah yang memiliki

kekuatan yang lebih tinggi. Pengguna jenis beraspal diperlukan agar lapisan dapat menyerap air, disuatu sisi lapisan aus juga dapat mengaliri tegangan - tegangan tarik, dapat diartikan meningkatkan daya dukung lapisan terhadap beban roda yang ada.

2.1.2 Lapis Pondasi

Adapun fungsi lapisan pondasi sebagai berikut :

- a. Sebagai bagian lapisan perkerasan yang di bawah lapisan permukaan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan pembantu dalam menahan beban lapisan permukaan.

Bahan komposisi dalam lapis pondasi harus kuat dan tahan lama agar dapat menahan beban-beban roda. Untuk merencanakan lapis pondasi, diperlukan adanya penelitian terlebih dahulu untuk dipertimbangkan sehingga perencanaan lapis pondasi sesuai dengan beban yang akan melintas.

2.1.3 Lapisan Pondasi bawah

Adapun Fungsi lapis pondasi bawah sebagai berikut :

- a. Lapisan penting sebagai perkerasan yang paling bawah lapisan dasar pada perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Untuk menghemat pengguna bahan material yang relatife lebih murah agar lapisan – lapisan yang berlebihan mengurangi tebal lapisannya.
- c. Untuk merawat dan mengatasi masuknya tanah dasar kedalam lapis pondasi agar lebih awet.
- d. Lapisan yang di paling bawah untuk menahan beban beban yang diatasnya .

Hal ini berhubungan dengan kondisi daya dukung tanah dasar yang lemah dalam menahan roda – roda atau dengan alat – alat besar dalam kondisi pengaruh cuaca di damija yang memaksa harus segera menutup tanah dasar.

2.1.4 Tanah Dasar

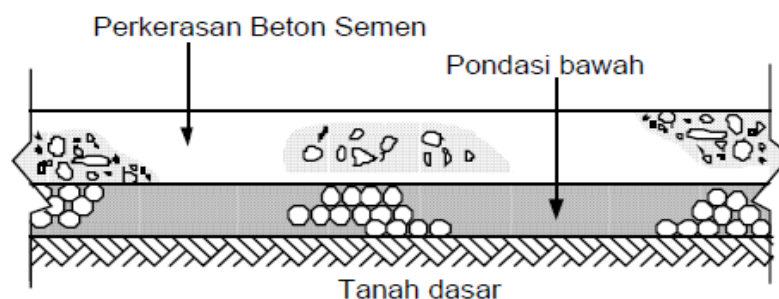
Ketahanan pada daerah perkerasan jalan yang sensitif dari pengaruh daya dukung tanah dasar. Pada permasalahan ini melibatkan tanah asli antara lain :

- Deformasi yang terjadi bersifat tetap dikarenakan adanya transformasi permanen yang datang dari berbagai jenis tanah yang diakibatkan oleh roda yang melintas pada perkerasan.
- Mencegah terjadinya sifat penyusut dari tanah yang disebabkan oleh perubahan kadar air.
- Daya dukung Tanah yang bersifat jenis tanahnya yang tidak sama dengan tanah yang tidak rata, pada dasarnya tanah diakibatkan karena sifat, kadar ataupun akibat perencanaan.

Pembebanan lalu lintas kendaraan diakibatkan oleh roda kendaraan yang melintas pada permukaan yang menggunakan agregat berbutir kasar yang tidak dipadatkan secara maksimal waktu pelaksanaan tambahan.

2.3 Konstruksi Rabat Beton jalan

Rabat beton adalah Perkerasan kaku yang tidak terorganisir seperti perkerasan kaku yang semestinya, perkerasan ini memiliki komposisi yang terdiri dari semen, pasir dan kerikil tanpa adanya tulangan dan aspal sebagai lapis permukaan menurut Gambar 2.2

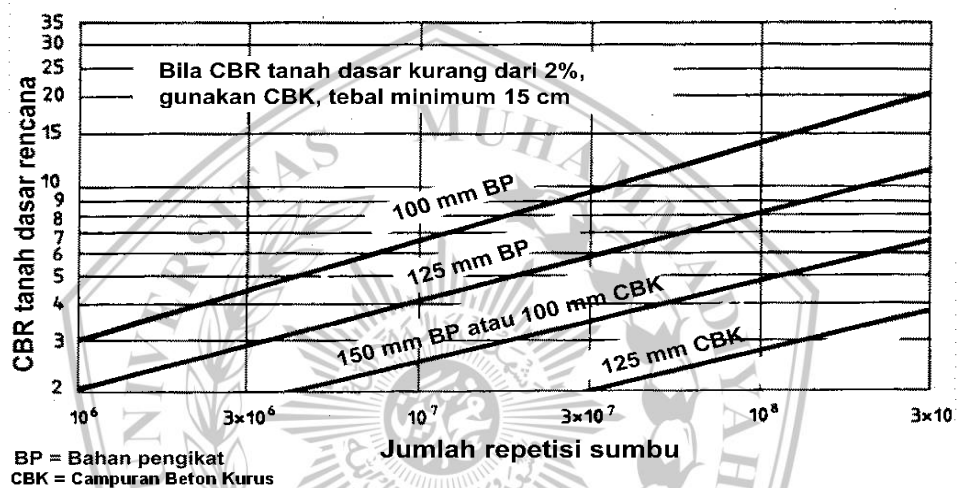


Gambar 2.2. Susunan Lapis Perkerasan Rabat Beton

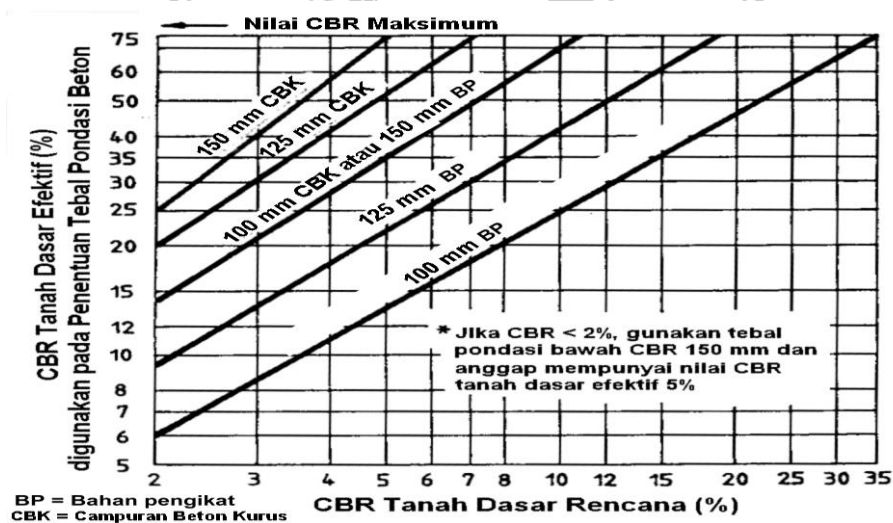
(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Pd- T – 2003)

2.3.1 Pondasi Bawah

Lapisan Pondasi bawah dapat diperbesar maksimal 60 cm ke luar bahu jalan perkerasan beton semen. Untuk tanah yang bersifat lempung dan sejenisnya dapat dilakukan pertimbangan khusus dengan penambahan campuran beton dan menentukan pelebaran lapisan Pondasi dengan mempertimbangkan tegangan pengembangan yang akan timbul. Tebal Pondasi bawah minimum yang disarankan pada Gambar 2.3 dan CBR tanah dasar efektif didapat dari Gambar 2.4 sedangkan nilai koefisien gesekan pada Tabel 2.1



Gambar 2.3. Tebal Pondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton Semen (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Pd- T – 2003)



Gambar 2.4. CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Pd- T – 2003)

Tabel 2.1. Nilai Koefisien Gesekan Pemecah Ikatan (μ)

No	Lapis Pemecah Ikatan	Koefisien Gesekan (μ)
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon (<i>A chlorinated rubber curing</i>)	2,0

(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Pd- T – 2003)

2.3.2 Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar dapat dihasilkan melalui pemeriksaan CBR dengan pengambilan sampel dilakukan dalam penentuan kualitas tanah perkerasan.

2.4 Lalu Lintas

2.4.1 Jumlah Jalur dan Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana adalah daerah yang milik jalan untuk memisahkan arah dalam berkendara. Jika batasan jalan tidak didapatkan dalam damija yang diperoleh pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkeras

Lebar Perkerasan (Lp)	Jumlah Lajur (m)
$L_p < 5,50 \text{ m}$	1 Lajur
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 Lajur
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 Lajur
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 Lajur
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 Lajur
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 Lajur

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 lajur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 lajur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 lajur	-	0,30	-	0,45
5 lajur	-	0,25	-	0,425
6 lajur	-	0,20	-	0,40

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

2.4.2 Lalu Lintas Harian Rencana

Lalu lintas harian rencana, ditentukan hasil analisis perhitungan dari data volume lalu lintas harian terkini, atau 2 tahun sebelumnya. Untuk perkerasan lentur dinyatakan dalam Lintas Ekuivalen Rencana (LER), dan untuk menentukan yang dipikul oleh lalu lintas rencana terhadap perkerasan rabat beton semen yang disimpulkan berdasarkan banyaknya sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), yang sama dalam bentuk sumbu yang ada pada lajur rencana selama umur rencana. Bentuk sumbu dalam proses pelaksanaan terdiri atas :

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG).
- Sumbu tridem roda ganda (STrRG).

2.4.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angkak Ekuivalen (E) masing – masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus pada Tabel 2.4

Tabel 2.4. Angka Ekvivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekvivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,0050
5000	11023	0,1410	0,0121
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1,0000	0,0860
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,1940
11000	24251	3,3022	0,2840
12000	26455	4,6770	0,4022
13000	28660	6,4419	0,5540
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,9820
16000	35276	14,7815	1,2712

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

2.4.4 Umur Rencana

Umur rencana dalam perkerasan dapat diperoleh pada sebuah pertimbangan kelas jalan dengan fungsi jalan, karakter lalu lintas saling berkaitan dengan pola pengembangan wilayah. Dalam hal ini harus digunakan usia aset atau umur yang sama agar dapat membandingkan aspek finansial dari perkerasan.

2.5 Perencanaan Perkerasan Lentur Metode Analisa Komponen 1987

2.5.1 Pertumbuhan Lalu lintas

- Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan di tentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.
- Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.1)$$

Catatan : j = Jenis kendaraan

- c) Lintas Ekvivalen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (2.2)$$

Catatan : i = Perkembangan lalu lintas

- d) Lintas Ekvivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

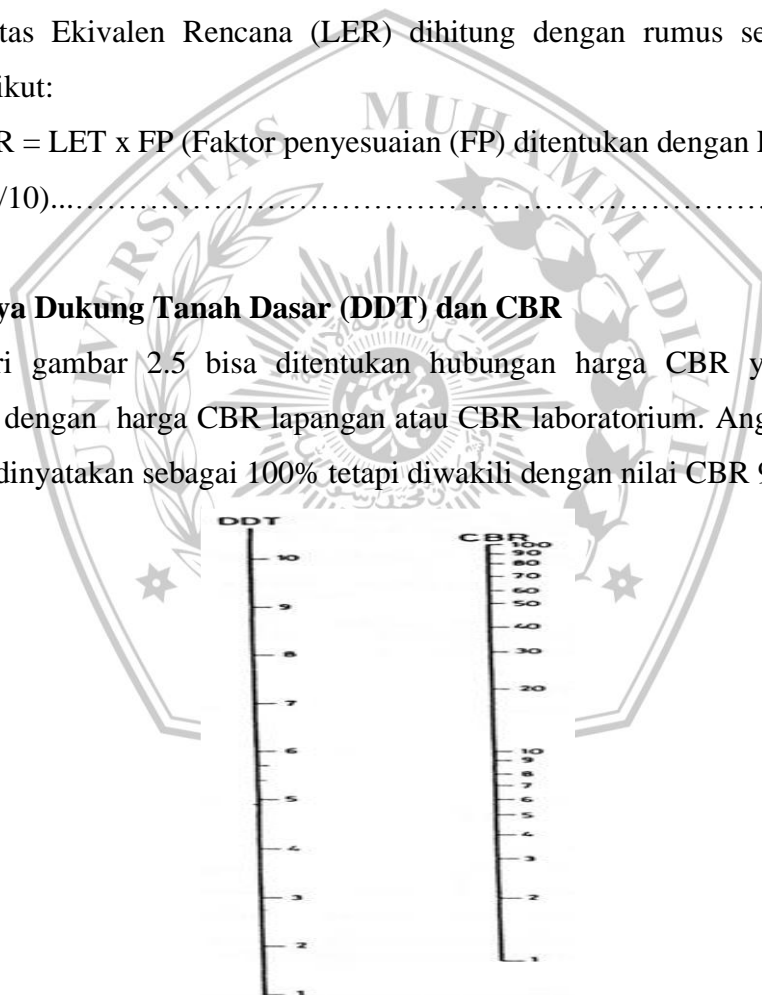
$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA) \dots \dots \dots (2.3)$$

- e) Lintas Ekvivalen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LER = LET \times FP \text{ (Faktor penyesuaian (FP) ditentukan dengan Rumus: } FP = \frac{UR}{10} \text{)} \dots \dots \dots (2.4)$$

2.5.2 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Dari gambar 2.5 bisa ditentukan hubungan harga CBR yang dapat ditentukan dengan harga CBR lapangan atau CBR laboratorium. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100% tetapi diwakili dengan nilai CBR 90%.



Gambar 2.5. Korelasi DDT dan CBR

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

Catatan: Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar sebelah kiri diperoleh nilai DDT

2.5.3 Faktor Regional (FR)

Kondisi tempat perencanaan menjangkau seluruh kemampuan tanah seperti penyediaan saluran air, desain penampang atau potongan jalan serta konfigurasi berat 13 ton, dan keadaan iklim menurut Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I (< 6 %)		Kelandaian II (6 – 10 %)		Kelandaian III (> 10%)	
	% kendaraan berat		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %	≤ 30 %	> 30 %
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim II > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

2.5.4 Indeks Permukaan (IP)

Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan / kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini:

IP = 1,0 : adalah menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5: adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IP = 2,0: adalah tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap

IP = 2,5: adalah menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Dalam memilih indeks permukaan pada awal umur rencana dapat dilihat menurut Tabel 2.6.

Tabel 2.6. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

LER = Lintas Ekuivalen Rencana *)	Klasifikasi Jalan			
	Local	Kolektor	Arteri	tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

Koefisien kekuata relatife dari berbagai jenis bahan dan kegunaannya dalam lapisan permukaan, pondasi, seperti semen atau kapur bahan untuk menstabilkan tanah dasar atau CBR dapat dilihat menurut Tabel 2.7

Tabel 2.7. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

Jenis Permukaan	IPo	Roughness (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

2.5.5 Koefisiem Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuata relatife dari berbagai jenis bahan dan kegunaannya dalam lapisan permukaan, pondasi, seperti semen atau kapur bahan untuk menstabilkan tanah dasar atau CBR dapat dilihat menurut Tabel 2.8

Tabel 2.8. Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,28	-	590	-	-	Laston Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, dan pondasi bawah.

2.5.6 Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan.

1. Batas-batas Minimum Tebal Lapis Permukaan menurut Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Batas Minimum Tebal Lapis Permukaan

ITP	Tebal Minimum	Bahan
< 3,00	5	Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda)
3,00 – 6,70	5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
6,71 – 7,49	7,5	Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston
7,50 – 9,99	7,5	Lasbutag, Laston
≥ 10,00	10	Laston

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

2. Batas-batas Minimum Tebal Lapis Pondasi menurut Tabel 2.10.

Tabel 2.10. Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi

ITP	Tebal Minimum	Bahan
< 3,00	15	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3,00 – 7,49	20*)	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
	10	Laston Atas
7,50 – 9,99	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam
	15	Laston Atas
10 – 12,14	20	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas
≥ 12,25	25	Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam,

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

3. Lapis Pondasi Bawah:

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm

2.5.7 Analisa Komponen Perkerasan

Dalam menghitung konstruksi, dapat dilakukan dengan kekuatan relative pada masing – masing lapisan perkerasan yang dimana penentuan tebal perkerasan dan jangka panjang kekuatan dengan persyaratan sebagai berikut :

$$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 \dots\dots\dots (2.5)$$

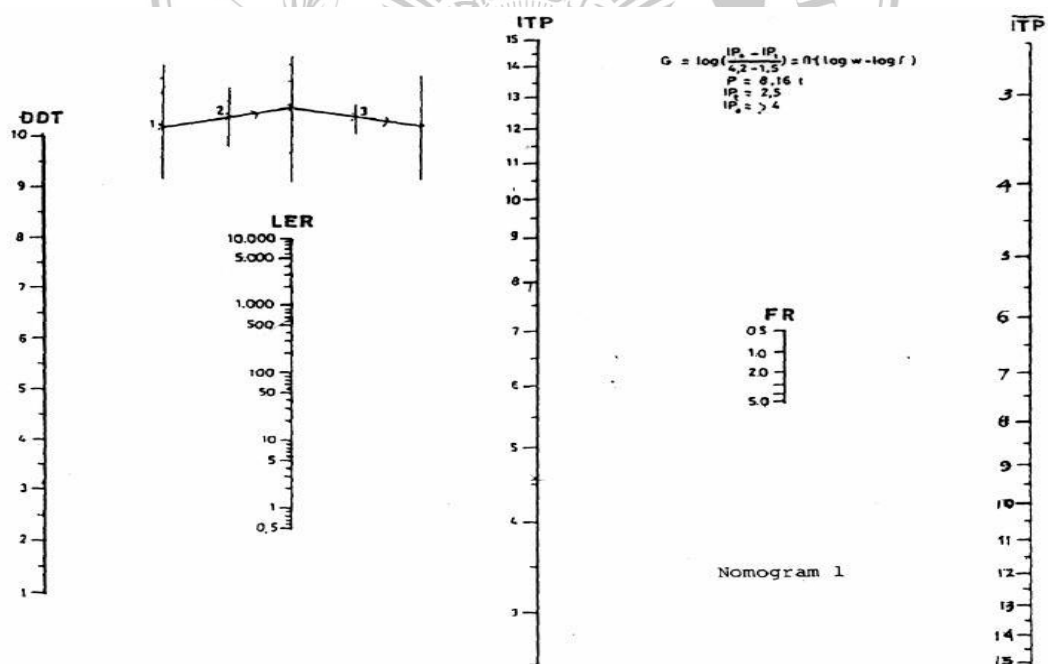
Dimana :

ITP = Indeks Tebal Perkerasan

a_1, a_2, a_3 = Koefisien kekuatan relatip bahan perkerasan

D_1, D_2, D_3 = Tebal masing-masing lapis perkerasan (cm).

*) Catatan : Angka 1, 2 dan 3 masing-masing untuk lapis permukaan lapis pondasi dan lapis pondasi pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Nomogram untuk Perencanaan Tebal Perkerasan

(Sumber : Departemen Pekerjaan Umum SKBI – 2.3.26. 1987)

2.6 Perencanaan Perkerasan Rabat Beton

2.6.1 Kuat Tekan Beton Berdasarkan SNI 03 – 1974 – 1990

Berdasarkan SNI 03 – 1974 – 1990 untuk menghitung kuat tekan beton.

$$\text{Kuat tekan beton} = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.10)$$

P = Beban Maksimu (kg)

A = Luas Penampang (cm²)

2.6.2 Deviasi Standar

Penetapan nilai deviasi standar (s) dilihat dari pengalaman yang dapat ditentukan dalam Tabel 2.11

Tabel 2.11 Faktor pengalihan Deviasi Standar

Jumlah Penguji	Faktor pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	Tabel 2.12
15	1.06
20	1.08
25	1.03
30 atau lebih	1.00

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)

Bila perhitungan kuat tekan rata – rata rencana, jika jumlah pengujian kurang dari 15 maka kuat tekan rata – rata f_{cr} tidak kurang dari

$$(f_{cr} + 12 \text{ MPa}) \dots\dots\dots (2.11)$$

2.6.3 Nilai Tambah (*Margin*)

Menentukan nilai tambah atau margin (*m*) untuk menetapkan nilai Deviasi dapat diperoleh dari Tabel 2.12

Tabel 2.12 Nilai Tambah

Persyaratan Kuat Tekan f_c , MPa	Margin (<i>m</i>), MPa
Kurang dari 21 Mpa	7.0
21 s/d 35	8.5
Lebih dari 35	10.0

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)

2.6.4 Jenis Semen

Semen untuk pengguna yang tidak memiliki ketentuan khusus seperti yang ditentukan menurut Tabel 2.13.

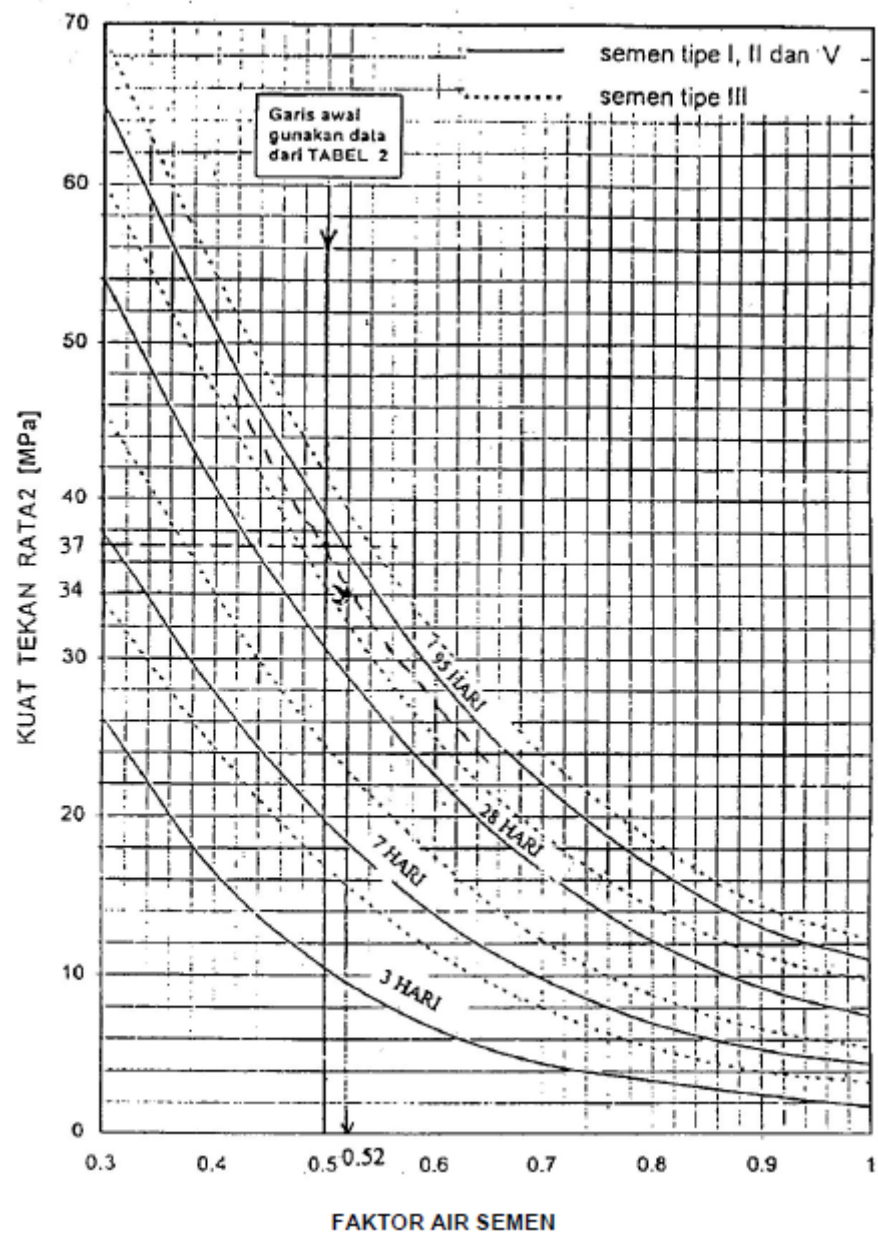
Tabel 2.13 Perkiraan Kekuatan Tekan (MPa) Beton dengan Faktor Air
– Semen dan Agregat Kasar

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan Tekan (MPa)				
		Pada Umur (hari)				Bentuk
		3	7	28	91	Bentuk Uji
Semen Portland Tipe I Atau	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu Pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu Pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu Pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu Pecah	30	40	53	60	

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)

2.6.5 Menetapkan Nilai Faktor Air Semen Maksimum

Untuk beton agar awet dan kuat dalam keadaan cuaca, sehingga perlunya ditetapkan nilai f_{as} maksimum pada Tabel 2.12, setelah itu menentukan hubungan nilai f_{as} maksimum dengan kuat tekan rata – rata agar keawetan beton itu awet bisa diperoleh menurut Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Hubungan Faktor Air – Semen dan Kuat tekan rata – rata Beton
(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)

Tabel 2.14. Persyaratan Nilai fas Maksimum untuk berbagai Pembetonan di Lingkungan

Jenis Pembetonan	Fas maksimum	Semen minimum (Kg/m³)
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan sekeliling non korosif	0,60	275
b. Keadaan sekeliling korosif akibat kondensasi atau uap korosi.	0,50	325
Beton diluar ruangan bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0,55 0,60	325 275
Beton diluar ruangan :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti – ganti	0,55	
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Tabel Beton yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat	325
Beton yang berhubungan dengan air tawar/payau/ laut	Tabel minimum untuk Beton Bertulang dalam Air	

(Sumber : Tjokrodimuljo : 74)

2.6.6 Nilai Slump

Menetapkan nilai slump dengan melihat jenis strukturnya agar proses pembuatan mudah dilaksanakan menurut Tabel 2.15.

Tabel 2.15. Penetapan Nilai Slump

Pemakaian Beton	Maksimum (cm)	Minimum (cm)
Dinding, Pelat Pondasi dan Pondasi Telapak Bertulang	12,5	5,0
Pondasi Telapak tidak Bertulang, Kaison, dan Struktur dibawah Tanah	9,0	2,5
Pelat, Balok, Kolom dan Dinding	15,0	7,5
Perkerasan Jalan	7,5	5,0
Pembetonan Masal	7,5	2,5

(Sumber : Tjokrodimuljo : 68)

2.6.7 Perkiraan Kebutuhan Air

Menentukan volume agregat kasar yang diperlukan per meter³ beton menurut ukuran maksimum agregat dan nilai modulus kehalusan agregat halus menurut Tabel 2.16.

Tabel 2.16. Perkiraan Kebutuhan Air untuk setiap meter³ Beton (liter)

Ukuran Agregat maksimum	Jenis Batuan	Slum (mm)			
		1 – 10	10 – 30	30 – 60	60 – 180
10	Alami	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Alami	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Alami	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

(Sumber : Tjokrodimuljo : 77)

Tabel 2.17. Perkiraan Kebutuhan Air untuk setiap meter³ Beton berdasarkan ukuran maksimum agregat dan modulus halus pasirnya

Ukuran Agregat maksimum	Modulus Halus Butir Butir			
	2,4	2,6	2,8	3,0
10	0,46	0,44	0,42	0,40
20	0,65	0,63	0,61	0,59
40	0,76	0,74	0,72	0,70
80	0,84	0,82	0,80	0,78
150	0,90	0,88	0,86	0,84

(Sumber : Tjokrodinuljo : 69)

2.6.8 Gradasi Agregat

Pembagian ukuran agregat sebagai pernyataan gradasi didapatkan menurut Tabel 2.18, Tabel 2.19, 2.20, dan Tabel 2.21.

Tabel 2.18. Persen Butiran yang lewat ayakan agregat dengan butiran maksimum 40 mm

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Berat yang Lolos Saringan			
	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV
38	100	100	100	100
19	50	59	67	75
9,6	36	44	52	60
4,8	24	32	40	47
2,4	18	25	31	38
1,2	12	17	24	30
0,6	7	12	17	23
0,3	3	7	11	15
0,15	0	0	2	5

(Sumber : Tjokrodinuljo : 22)

Tabel 2.19. Persen Butiran yang lewat ayakan agrgat dengan butiran maksimum 30 mm

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Berat yang Lolos Saringan		
	Kurva I	Kurva II	Kurva III
38	100	100	100
19	74	86	93
9,6	47	70	82
4,8	28	52	70
2,4	18	40	57
1,2	10	30	46
0,6	6	21	32
0,3	4	5	19
0,15	0	0	4

(Sumber : Tjokrodimuljo : 23)

Tabel 2.20. Persen Butiran yang lewat ayakan agrgat dengan butiran maksimum 20 mm

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Berat yang Lolos Saringan			
	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV
19	100	100	100	100
9,6	45	55	65	75
4,8	30	35	42	48
2,4	23	28	35	42
1,2	16	21	28	34
0,6	9	14	21	27
0,3	2	3	5	12
0,15	0	0	0	2

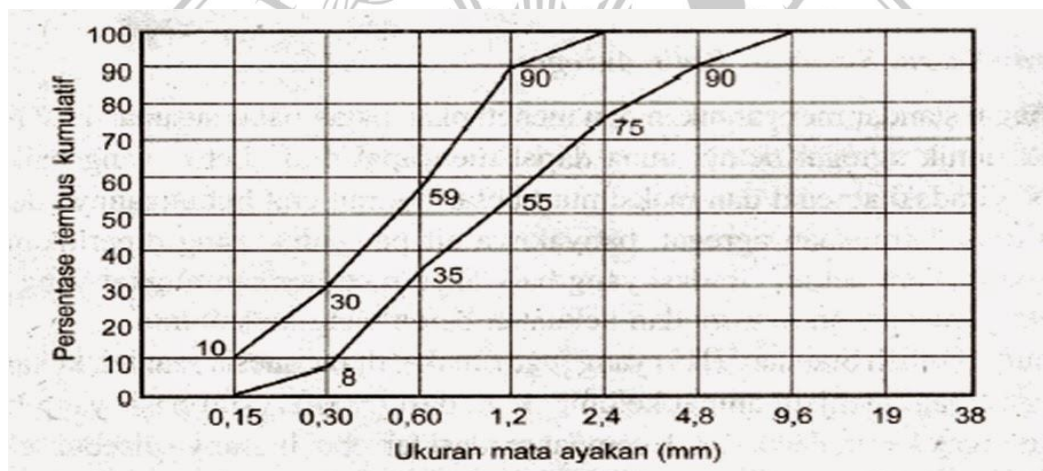
(Sumber : Tjokrodimuljo : 23)

Tabel 2.21. Persen Butiran yang lewat ayakan agrgat dengan butiran maksimum 10 mm

Ukuran Saringan (mm)	Presentase Berat yang Lolos Saringan			
	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV
9,60	100	100	100	100
4,80	30	45	60	75
2,40	20	33	46	60
1,20	16	26	37	46
0,60	12	19	28	34
0,30	4	8	14	20
0,15	0	1	3	6

(Sumber : Tjokrodimuljo :23)

untuk menentukan hubungan antara presentase butiran yang lolos ayakan dengan lubang ayakan dapat diperoleh dalam grafik Gambar 2.8

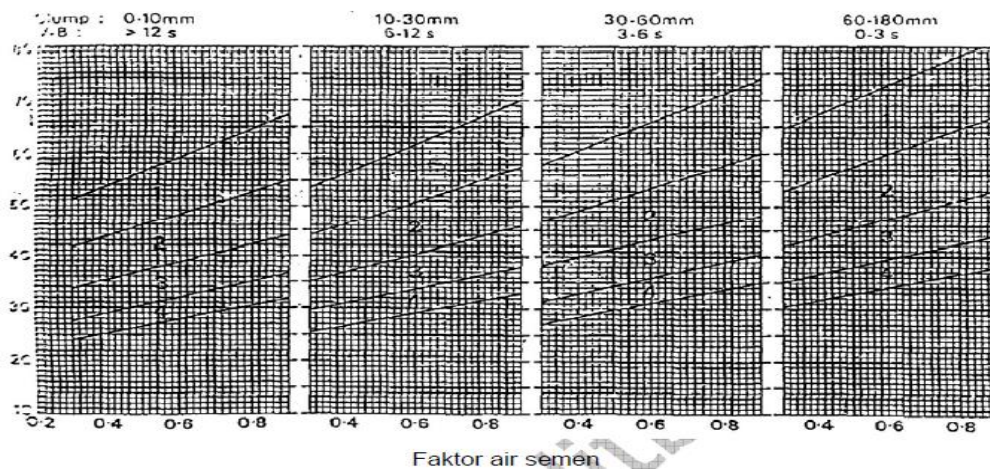


Gambar 2.8. Batas – Batas Daerah Agregat Halus

(Sumber : Tjokrodimuljo : 41)

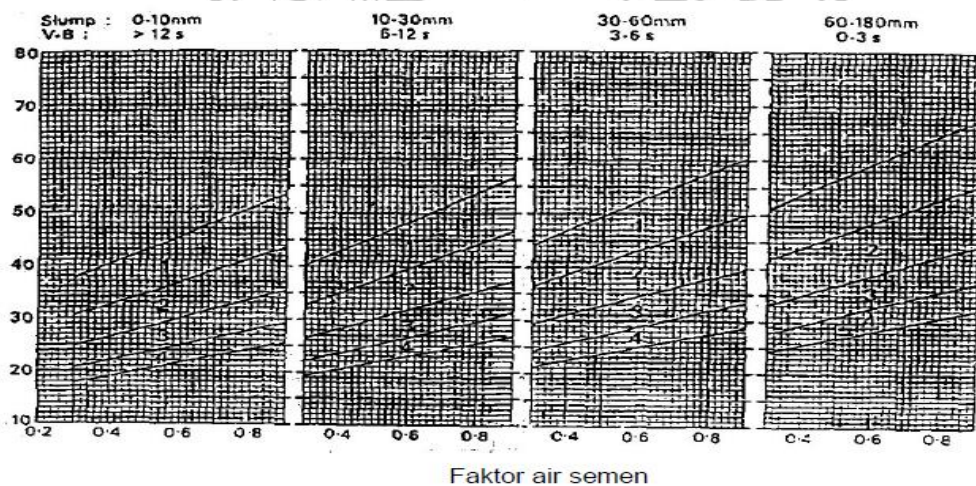
2.6.9 Perbandingan Agregat

Menentukan perbandingan antara agregat halus dengan agregat campuran sebagai pernyataan nilai persentase di dapatkan melalui susunan grafik agregat butir maksimum 10 mm, 20 mm, dan 40 mm. dapat ditentukan menurut Gambar 2.9, Gambar 2.10, dan Gambar 2.11



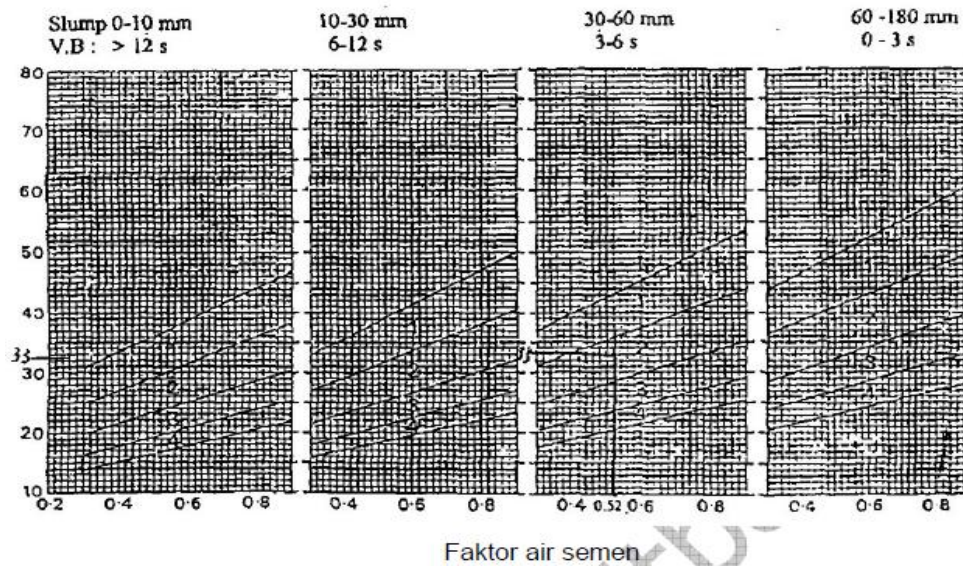
Gambar 2.9. Grafik Presentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan dengan Ukuran Butiran Maksimum 10 mm

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)



Gambar 2.10. Grafik Presentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan dengan Ukuran Butiran Maksimum 20 mm

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)



Gambar 2.11. Grafik Presentase Agregat Halus Terhadap Agregat Keseluruhan dengan Ukuran Butiran Maksimum 40 mm
(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)

Menghitung berat jenis agregat campuran dengan persamaan berikut :

- a. Kebutuhan berat pasir dan kerikil dihitung dalam persamaan

$$W_p + k = W_{\text{beton}} - A - S \dots \dots \dots (2.12)$$

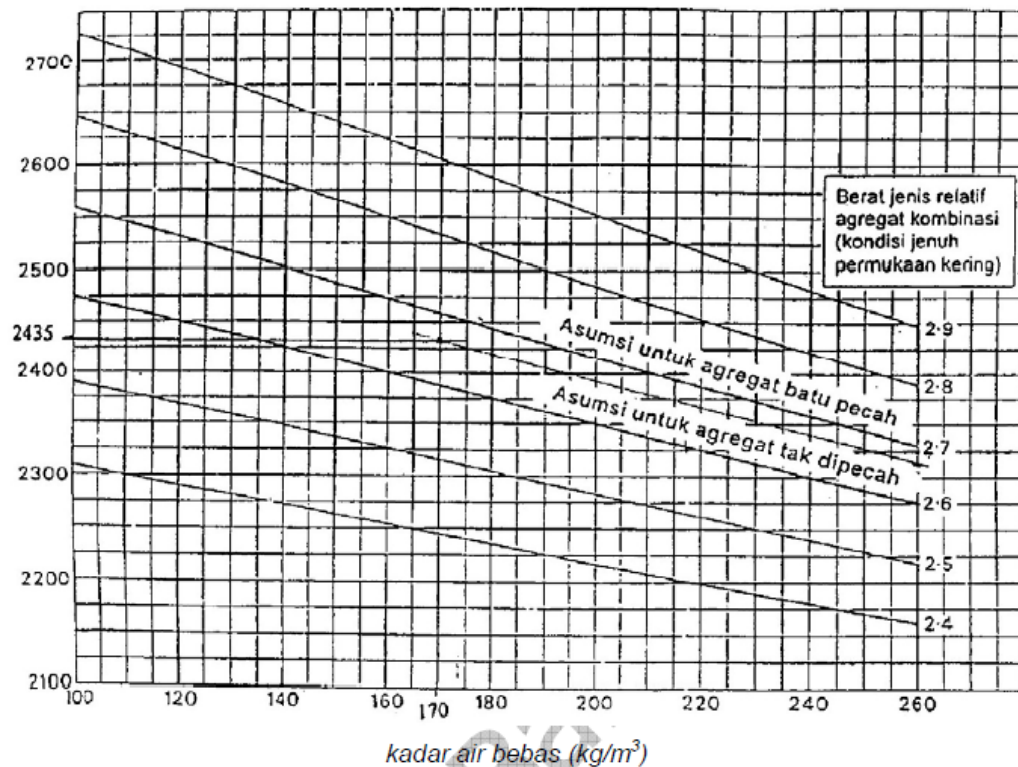
- b. Kebutuhan pasir dihitung dalam persamaan

$$W_{\text{psr}} = (P/100) \times W_p + k \dots \dots \dots (2.13)$$

- c. Kebutuhan pasir dihitung dalam persamaan

$$W_{\text{krk}} = W_p + k - W_{\text{psr}} \dots \dots \dots (2.14)$$

Menentukan berat jenis beton berdasarkan hasil hitungan berat jenis agregat campura dan kebutuhan air per m³ beton pada Gambar 2.12



Gambar 2.12. Grafik Hubungan kandungan Air, Berat Jenis Campuran dan Berat Beton

(Sumber : Standar Nasional Indonesia 03-2834-1993)

2.6.10 Pertumbuhan Lalu lintas

Nilai pertumbuhan lalu-lintas pasti selalu meningkatkan melalui faktor usia rencana menurut persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

UR : Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu-lintas (R) dapat juga ditentukan berdasarkan dengan menggunakan umur rencana dan laju pertumbuhan pertahun menurut Tabel 2.22.

Tabel 2.22. Faktor Pertumbuhan Lalu lintas

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per-tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	3	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	5	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Pd- T – 2003)

Menurut Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah (2003), apabila setelah waktu tertentu (URm tahun) pertumbuhan lalu-lintas tidak terjadi lagi, maka R dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} + (UR - URm)\{(1+i)^{URm} - 1\} \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

URm : Waktu tertentu dalam tahun, sebelum UR selesai.

2.6.11 Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana, sejumlah tambahan di sumbu kendaraan niaga selama umur rencana yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana .

JSKNH : Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

R : Faktor pertumbuhan komulatif dari yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan

2.6.12 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 2.23.

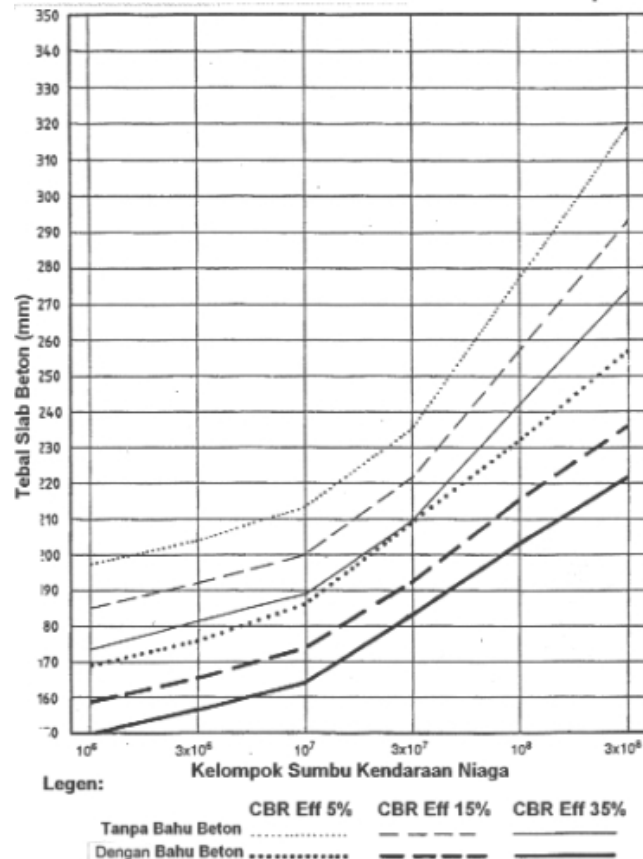
Tabel 2.23. Faktor Keamanan Beban (F_{kb})

No	Penggunaan	Nilai F_{kb}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight-in-motion</i>) dan ada kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

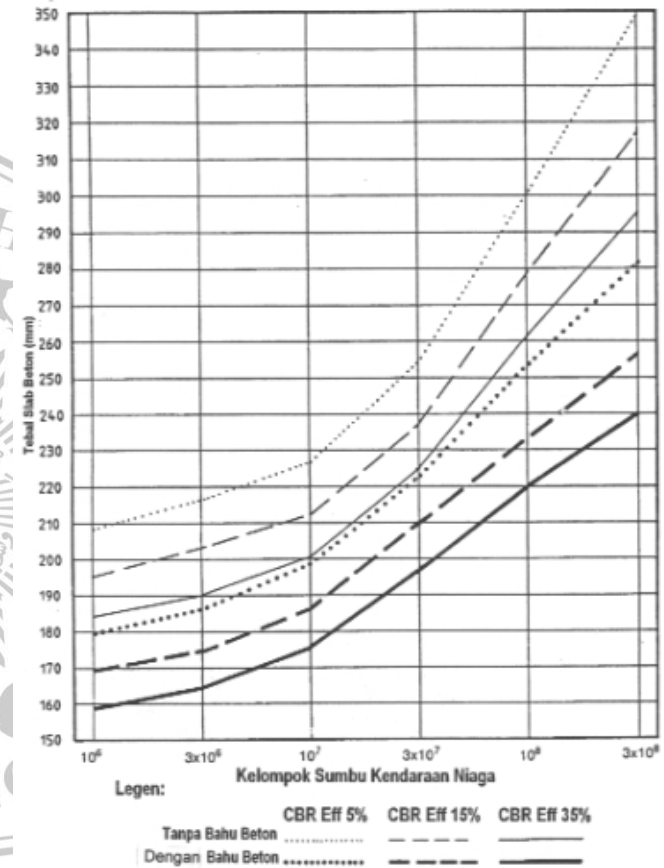
(Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Pd- T – 2003)

2.6.13 Menentukan Tebal Lapisan Beton

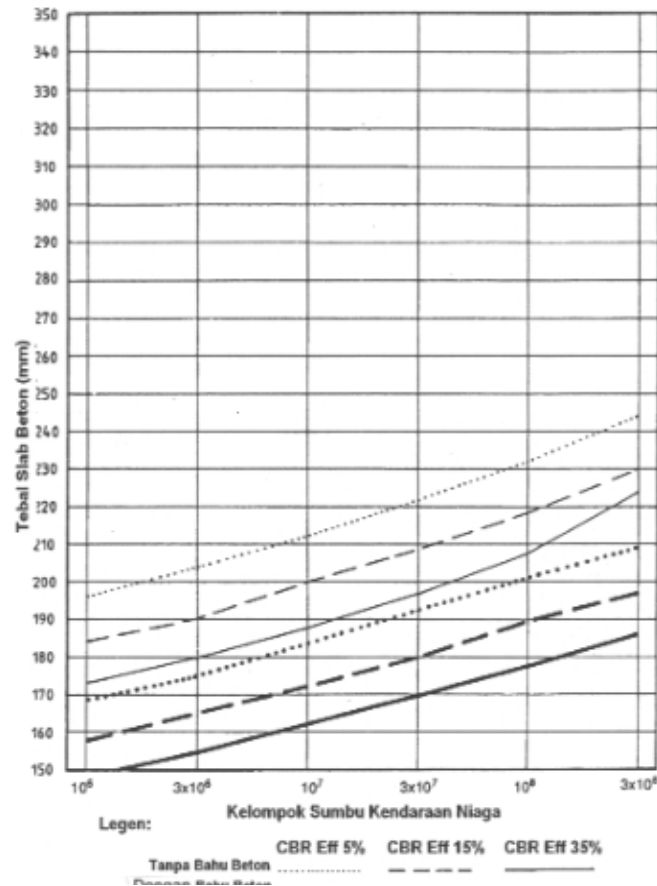
Tebal lapisan perkerasan rabat beton bisa menggunakan tebal lapisan yang mempunyai mutu sesuai dengan SNI No.03 – 2834 – 1993 dan SNI 03 - 2847 – 2002 serta untuk menentukan kuat tekan SNI 03 – 1974 – 1990, Penentuan tebal pelat beton dengan atau tanpa ruji, lalu lintas dalam kota atau luar kota dan faktor keamanan beban 1,1 atau 1,2 dapat diperoleh dari Gambar 2.13, Gambar 2.14, Gambar 2.15, Gambar 2.16, Gambar 2.17, Gambar 2.18, Gambar 2.19, Gambar 2.20.



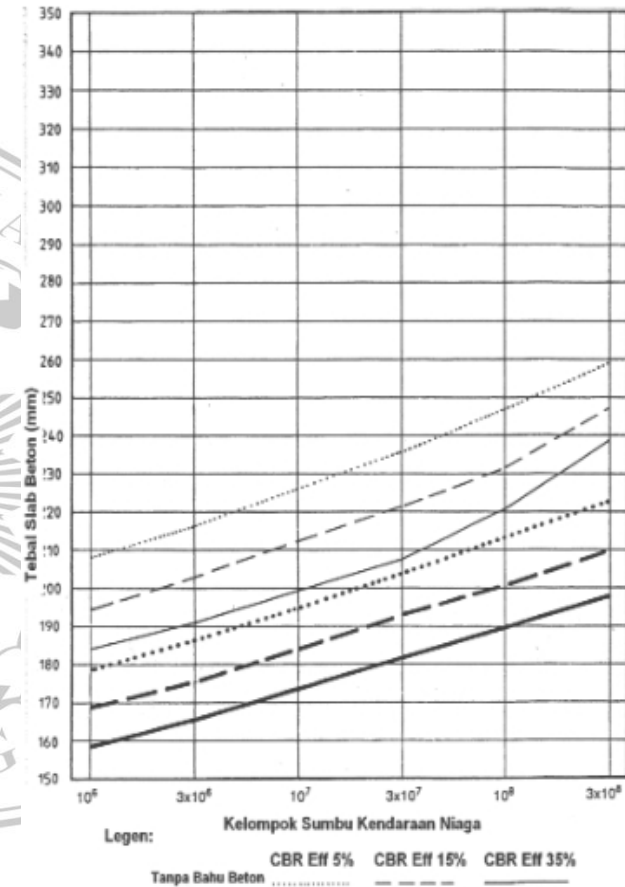
Gambar 2.13. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Dalam Kota, Tanpa Ruji, FKB = 1,1
(Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



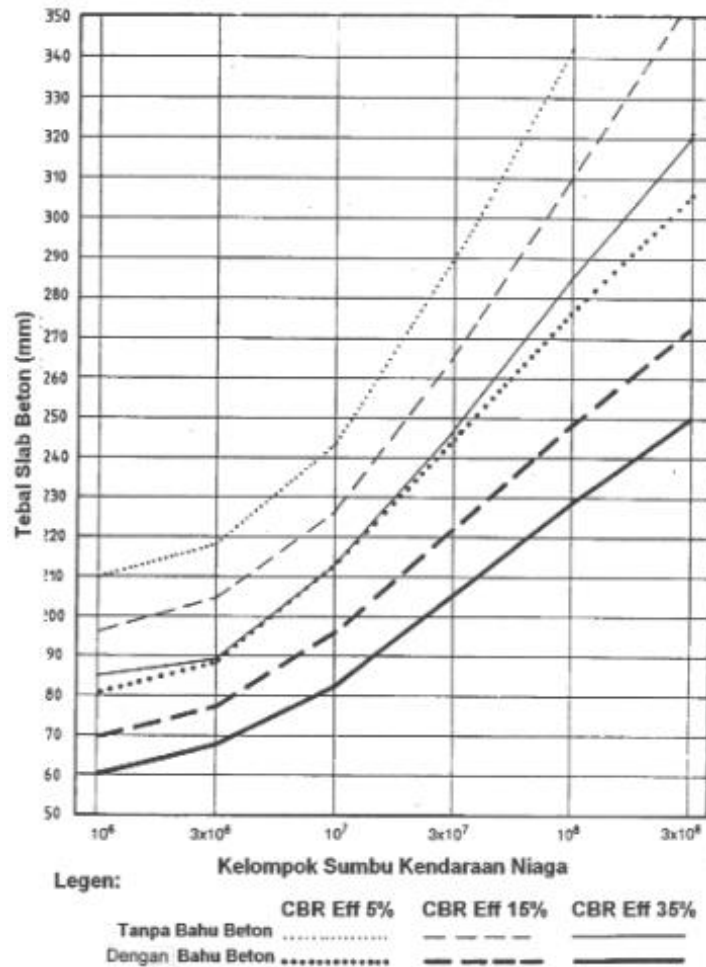
Gambar 2.14. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Dalam Kota, Tanpa Ruji, FKB = 1,2
(Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



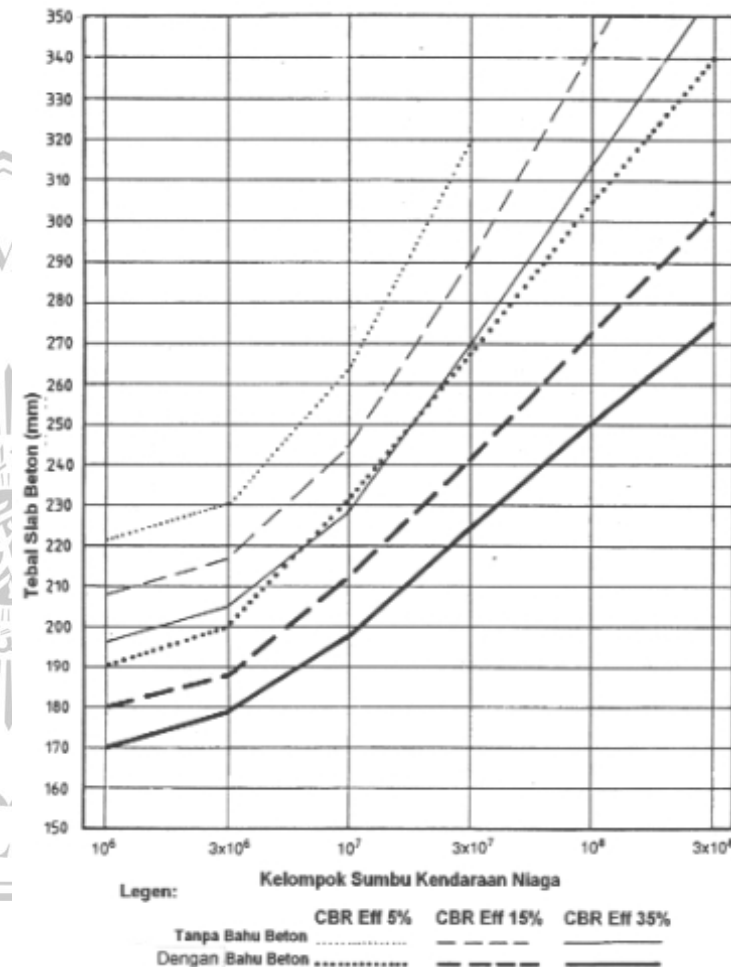
Gambar 2.15. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Dalam Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1
(Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



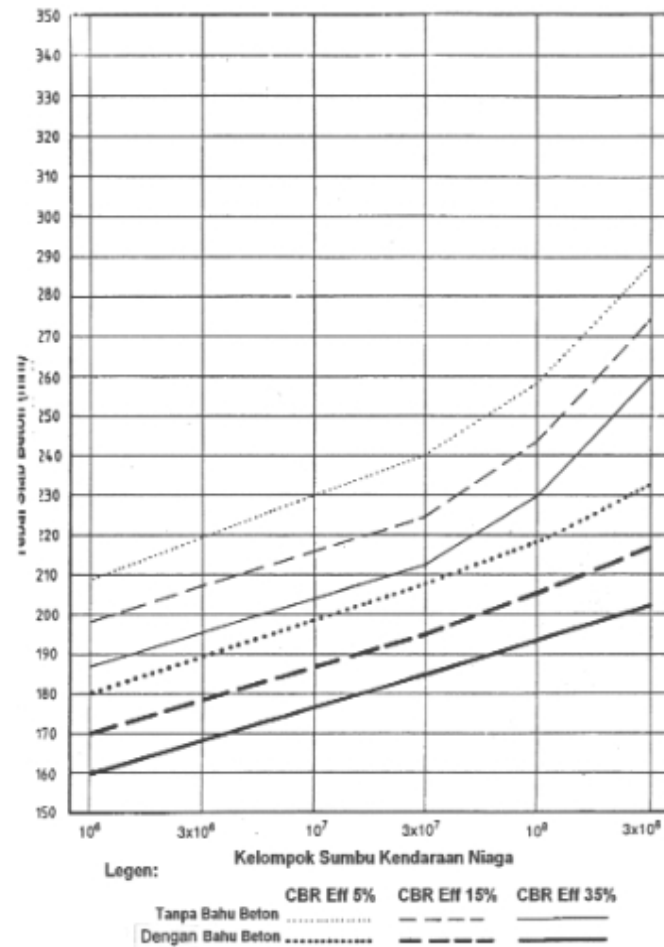
Gambar 2.16. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Dalam Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,2
(Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



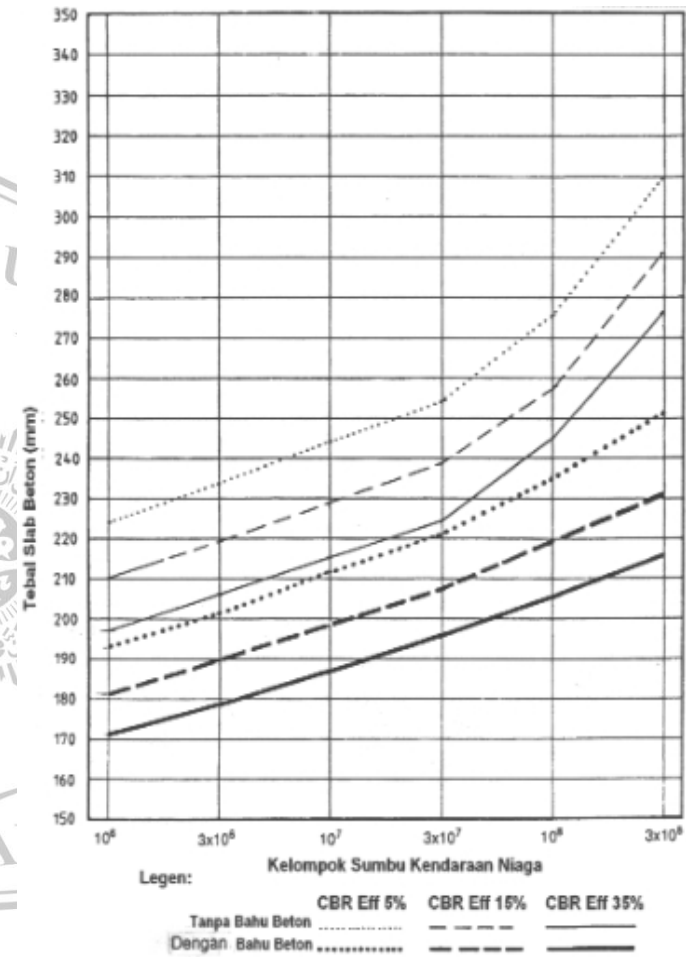
Gambar 2.17. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Luar Kota, Tanpa Ruji, FKB = 1,1 (Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 2.18. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Luar Kota, Tanpa Ruji, FKB = 1,2 (Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 2.19. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Luar Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1
(Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)



Gambar 2.20. Grafik Perencanaan, $f_{cf} = 4,25$ Mpa, Lalu-lintas Luar Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,2
(Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003)

2.7 Perbandingan Biaya

Perbandingan yang dilakukan untuk mengukur keterlibatan terhadap kondisi lapangan, oleh karena itu bisa mempertimbangkan biaya dan pengaruh tingkat kelayakan. Hal ini digunakan untuk mengantisipasi perbedaan pemilihan dari alternatif yang diusulkan dan kepekaan terhadap proyek. Dengan begitu dapat diketahui mana pemilihan perkerasan. Adapun persamaan menghitung biaya konstruksi sebagai berikut :

$$\text{Biaya} = \text{Volume pekerjaan} \times \text{Harga satuan pekerjaan} \dots \dots \dots (2.18)$$

2.8 Metode Nilai Sekarang (*The Present Worth Method*)

Pengertian Metode Nilai Sekarang (*The Present Worth Method*) adalah analisa yang dilakukan untuk mengetahui semua pengeluaran atau pemasukan ujung dari waktu disebut present. Akibat dari Batasan ukuran mengeluarkan hasil terhadap perubahan yang dicapai dengan sistem produksi dalam menghasilkan laba. Metode Nilai Sekarang memberikan suatu penentuan mengenai bagaimana hasil – hasil tersebut yang akan dirubah kedalam nilai estimasi. Dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut :

$$\text{a. Faktor: } (P/A, i\%, n) \dots \dots \dots (2.19)$$

$$\text{b. Persamaan: } P = A(A/P, i\%, n) \dots \dots \dots (2.20)$$

$$\text{c. Rumus Matematis: } P = A \left(\frac{(1+i\%)^n - 1}{i(1+i)^n} \right) \dots \dots \dots (2.21)$$

Nilai A adalah harga pemeliharaan yang dilakukan selama umur rencana. Kemudian setelah didapatkan biaya sekarang, dijumlahkan dengan total biaya struktur, sehingga didapatkan suatu biaya total. P dari perbandingan alternatif adalah perhitungan dari berapa harga setiap perkerasan dan dikalikan dengan kerusakan 10 % dan masa pemeliharaan selama 2 tahun.

2.9 Pengaruh Inflasi

Inflasi merupakan aspek yang menimbulkan kenaikan pada harga barang yang menyebabkan nilai mata uang menurun. Untuk memprediksi naik turunnya inflasi tidak mudah dikarenakan barang dan jasa yang tidak seragam. Kenaikan dengan presentase suatu barang tidak rata.

Pada hakikatnya pengaruh inflasi digunakan sebagai ukuran dalam tingkat suku bunga. Tingkat suku bunga komersil dikurangi inflasi sama dengan tingkat suku yang sesungguhnya. Suku bunga acuan digunakan BI rate yang berlaku mulai tanggal 19 Agustus 2016 menurut Tabel 2.24.

Tabel 2.24 BI 7 – Day Repo Rate

Tanggal	BI 7 - Day	Siaran Pers
17 Januari 2019	6.00%	Pranala Siaran Pers
20 Desember 2018	6.00%	Pranala Siaran Pers
15 Nopember 2018	6.00%	Pranala Siaran Pers
23 Oktober 2018	5.75%	Pranala Siaran Pers
27 September 2018	5.75%	Pranala Siaran Pers
15 Agustus 2018	5.50%	Pranala Siaran Pers
19 Juli 2018	5.25%	Pranala Siaran Pers
29 Juni 2018	5.25%	Pranala Siaran Pers
30 Mei 2018	4.75%	Pranala Siaran Pers
17 Mei 2018	4.50%	Pranala Siaran Pers
19 april 2018	4.25%	Pranala Siaran Pers
15 Februari 2018	4.25%	Pranala Siaran Pers
18 Januari 2018	4.25%	Pranala Siaran Pers
14 Desember 2017	4.25%	Pranala Siaran Pers
16 Nopember 2017	4.25%	Pranala Siaran Pers
19 Oktober 2017	4.25%	Pranala Siaran Pers
22 September 2017	4.25%	Pranala Siaran Pers
22 Agustus 2017	4.50%	Pranala Siaran Pers
20 Juli 2017	4.75%	Pranala Siaran Pers

(Sumber : Bank Indononesia)